مطالعه پرتوهای فرابنفش انتشار یافته از لامپ‌های فلورسنت فشرده متداول

مهتاب عزیزی[۱]، رستم گلمحمدی[۲]، محسن علی آبادی[۳]، زینب بارونی زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۲۶ تاریخ ویرایش: ۹۳/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: لامپ‌های فلورسنت فشرده از لامپ‌های بخار جیوه کم‌فشار می‌باشند که نسبت به سایر منابع روشنایی کاربرد بیشتری دارند؛ هدف پژوهش حاضر بررسی تابش فرابنفش ناشی از لامپ‌های فلورسنت فشرده متداول می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه میزان تابش فرابنفش ۵۴ حباب لامپ فلورسنت فشرده از شرکت‌های داخلی و خارجی با نشان‌های تجاری مختلف و رنگ نور متفاوت (آفتابی- مهتابی) مورد بررسی قرار گرفت. به منظور اندازه‌گیری UVA و UVB از دستگاه UV-Meter مدل HAGNER- EC1 UV-A و حسگر فتوسل UV- B متصل به دستگاه فتومتر HAGNER استفاده گردید. اندازه گیری ها با رعایت دستورالعمل های معتبر خصوصاً ISO و ACGIH بوده است.

یافته‌ها: میزان تابش فرابنفش با افزایش فاصله و زاویه کاهش یافته است. نتایج آزمون آماری نشان داد توان الکتریکی لامپ بر شدت UVA (r= ۰/۳۶، p= ۰/۰۰۸) و UVB (r=۰/۳۷، p=۰/۰۰۵) تاثیر دارد. همچنین UVA در لامپ‌ها بر مبنای رنگ نور متفاوت دارای اختلاف معناداری می‌باشد (p= ۰/۰۰۰)، اما UVB بر مبنای رنگ نور متفاوت، اختلاف معناداری ندارند (p> ۰/۰۵). در مقایسه میانگین مقادیر تابش‌های UVA و UVB بین شرکت‌های مختلف در توان الکتریکی تراز شده (میانگین UV به ازای هر ۱۰ وات توان الکتریکی) اختلاف معناداری وجود دارد (p< ۰/۰۱).

نتیجه گیری: میزان UVA در فواصل کمتر از دو متر برای مواجهه شغلی و اجتماعی ایمن می‌باشد ولی UVB در فاصله کمتر از ۲ متر برای مواجهه اجتماعی و کمتر از یک متر برای مواجهه شغلی غیر مجاز می‌باشد، لذا لازم است فاصله‌های ایمن و استفاده از حفاظ در به کارگیری این منابع توسط کاربران رعایت گردد.

کلیدواژه‌ها: لامپ فلورسنت فشرده، پرتو فرابنفش، حدود مجاز.

مقدمه

لامپ‌های فلورسنت فشرده (Compact Fluorescent Lamp (CFL) از لامپ‌های بخار جیوه کم فشار محسوب می‌گردند [۱]. این لامپ‌ها دارای یک حباب لوله شیشه‌ای حاوی گاز آرگون و مقدار کمی جیوه هستند و سطح داخلی این حباب با ترکیبات ویژه فلورسانس پوشیده شده است. در عمل، یک ولتاژ در انتهای لوله اعمال می‌گردد و باعث تبخیر و یونیزه شدن جیوه می‌شود [۱-۳]. هنگام یونیزه شدن بخارات، طیف فرابنفش (Ultra Violet (UV) با طول موج حدود ۲۵۴ نانومتر منتشر می‌شود، سپس توسط پوشش فلورسانس داخلی تیوب، به تابش طیف نور مرئی تبدیل می‌شود [۳-۷] .در حالت ایده‌آل باید ۱۰۰٪ انرژی در طیف فرابنفش به نور مرئی تبدیل گردد؛ اما در شرایط واقعی مقداری از تابش فرابنفش از طریق نقص در پوشش فلورسانس از تیوب شیشه‌ای انتشار می‌یابد [۸].

در اکثر کشورهای جهان استفاده از CFL رو به افزایش است و به تدریج جایگزین لامپهای التهابی و حتی فلورسنت‌های سنتی می‌شود. دلیل این امر ویژگی‌های مثبت متعدد این لامپ‌ها از جمله طول عمر طولانی‌تر (تا ده هزار ساعت) و مصرف انرژی کمتر نسبت به لامپ‌های التهابی (۲۵٪) و فلورسنت سنتی (۸۳٪) است. همچنین نسبت ضریب بهره الکتریکی در لامپ‌های فلورسنت فشرده با توجه به استفاده از بالااست الکترونیک به جای القایی حتی بر نوع سنتی آن نیز برتری قابل توجه دارد علاوه بر این، کیفیت نور مناسب انواع جدید و استاندارد لامپهای CFL سبب افزایش محبوبیت این لامپ‌ها در بین مصرف کنندگان

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضوکمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۲- (نویسنده مسئول) دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت، عضو مرکز تحقیقات علوم بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
golmohamadi@umsha.ac.ir

۳- عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۴- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضوکمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]

جدول ۱- حدود مجاز مواجهه با UVA و UVB

معیار	UVA(w/m^2)	UVB(w/m^2)
حد مجاز مواجهه شغلی(کلی) ACGIH,2011 (۸ ساعت کار روزانه)	۱۰	$۱۰^{-۳}$
حد مجاز مواجهه شغلی ICNIRP,2010 (۸ ساعت کار روزانه)	۰/۳۳	$۱۰^{-۳}$
حد مجاز مواجهه عمومی ICNIRP,2010 (برای ۱۶ ساعت روزانه)	۰/۱۷۴	۵×۱۰^{-۴}
حد مجاز مواجهه عمومی ICNIRP,2010 (برای ۲۴ ساعت)	۰/۱۱۶	$۳/۴ \times ۱۰^{-۷}$
حد مجاز مواجهه شغلی ایران OEL,2011 (۸ ساعت کار روزانه)	۱/۰۴	۳×۱۰^{-۳}

شده است [۹-۱۴].

مطالعات نشان داده است که لامپ فلورسنت فشرده می‌تواند در فضاهای کوچک منجر به افزایش سطح مواجهه با اشعه فرابنفش گردد به خصوص در چراغ‌های مطالعه و یا مکان‌هایی که برای روشنایی موضعی استفاده می‌گردد [۶-۸، ۱۵، ۱۶]. در واقع، بسیاری از لامپ‌هایی که به طور معمول در منازل و محل کار استفاده می‌شوند دوز پایین اشعه فرابنفش تابش می‌کنند. مواجهه طولانی و در فاصله نزدیک با این منابع می‌تواند سبب عوارض مختلف خصوصا پوستی شود [۶، ۱۷]. تابش فرابنفش، بخش کوچکی از طیف الکترومغناطیسی را تشکیل می‌دهد. که در محدوده طول موج ۴۰۰ - ۱۰۰ نانومتر می‌باشد. در طیف فرابنفش، اثرات بیولوژیکی تابش متناسب با طول موج، بسیار متفاوت می‌باشد و به همین دلیل طیف فرابنفش بر اساس طول موج به سه محدوده شامل UVA [۱] (۴۰۰-۳۱۵ نانومتر)، UVB [۲] (۳۱۵-۲۸۰ نانومتر) و UVC [۳] (۲۸۰-۱۰۰) تقسیم بندی می‌شود [۱۸].

به طور کلی می‌توان گفت لامپ‌های فلورسنت فشرده امکان تابش در محدوده های طیف فرابنفش را دارند و باید سعی شود از لامپهای ایمن‌تر با کمترین تابش این پرتو استفاده شود. میزان ایمن بودن لامپها به نوع فرابنفش تابش شده از آنها بستگی دارد [۱۹].

حد مجاز مواجهه شغلی (۸ ساعت کار روزانه) و عمومی (۱۶ و ۲۴ ساعت) UVA، طبق روابط مندرج در دستورالعمل ACGIH و ICNIRP بر حسب وات بر متر مربع محاسبه شد [۱۸، ۲۰، ۲۱]. همچنین مقادیر UVA با حدود مجاز مواجهه شغلی ایران مقایسه گردید [۲۲]. جدول ۱ حدود مجاز مواجهه UVA و UVB را نشان می‌دهد.

در مطالعه Nuzum-Keim و Sontheimer در سال ۲۰۰۹ که با هدف مقایسه پرتوی فرابنفش خروجی از انواع لامپ‌ها انجام گرفت اعلام شد که بالاترین میزان نشت UVA از لامپ‌های رشته‌ای و هالوژنه، و بالاترین میزان UVB از لامپ‌های فلورسنت فشرده می‌باشد. نشت توام UVA و UVB از لامپ‌های فلورسنت فشرده محفظه دار در طول فرآیند تولید حداقل می‌باشد. خطر مواجهه با UVB حاصل از لامپ‌های CFL ممکن است تا حد زیادی با استفاده از حفاظ ارایه شده توسط سازندگان کاهش یابد [۱۶]. مطالعه Sayer و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان داد که به طور کلی، ریسک مواجهه با پرتو فرابنفش حاصل از لامپ‌های فلورسنت فشرده برای افراد در معرض بسیار پایین است. با این حال، آنها بیان کردند که وضعیت بیماران حساس به نور با افزایش مواجهه با لامپ‌های فلورسنت ممکن است تشدید شود و تحقیقات بیشتر در مورد مواجهه با اشعه فرابنفش لامپ‌های مورد استفاده در فاصله‌های کوتاه (به عنوان مثال لامپهای روی میز کار) را ضروری دانستند [۴].

اسدی و توکلی در سال ۱۳۸۱ در مطالعه با هدف مقدار پرتو فرابنفش تابشی از لامپ‌های فلورسنت تولید داخل کشور (شرکت A،B و C) نشان دادند که میانگین شار انرژی گستره فرابنفش لامپ‌های شرکت B کمترین ($۱/۳۲\mu W/cm^2$) و شرکت A بیشترین

[1]. Ultra violet-A (UVA)
[2]. Ultra violet-B (UVB)
[3]. Ultra violet-C (UVC)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]

($۲/۴۸ \mu W/cm^2$) مقدار را در فاصله ده سانتیمتری از لامپ داشتند [۲۳]. مطالعه صفری و همکاران بر روی پرتو فرابنفش تابش شده از

لامپ‌های فلورسنت فشرده در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت نشان داد که شدت پرتو فرابنفش نزدیک در فاصله ۱۰ سانتیمتری از حباب لامپ در تمام توان‌های اندازه‌گیری شده کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی ۸ ساعته بود و مقادیر شدت پرتو فرابنفش ناحیه متوسط بیشتر از حد مجاز بود [۲۴].

با توجه به اینکه لامپ‌های فلورسنت فشرده از لحاظ بهره‌وری انرژی در سطح مناسبی قرار دارند، استفاده از آنها به منظور کاهش مصرف انرژی در کشور و کنترل اثرات زیست محیطی، گسترش یافته است و به‌طور وسیع در حال تبدیل شدن به یک منبع روشنایی عمومی و موضعی بسیار محبوب در منازل، صنعت، فروشگاه، بیمارستان، دانشگاه، و غیره می‌باشند. گسترش استفاده از آنها خصوصاً در محیط کار و به تبع آن افزایش مواجهه شغلی و غیر شغلی با تابش پرتوهای غیرمرئی ناشی از آنها خصوصاً پرتو فرابنفش، بویژه در افرادی که به صورت موضعی با نور آن مواجهه دارند، یک موضوع حائز اهمیت در محافل علمی کشور می‌باشد اما در ایران در این زمینه مطالعات اندکی منتشر گردیده است؛ بنابراین هدف پژوهش حاضر مطالعه تابش فرابنفش ناشی از لامپ‌های فلورسنت فشرده متداول در شرایط استفاده واقعی می‌باشد.

روش بررسی

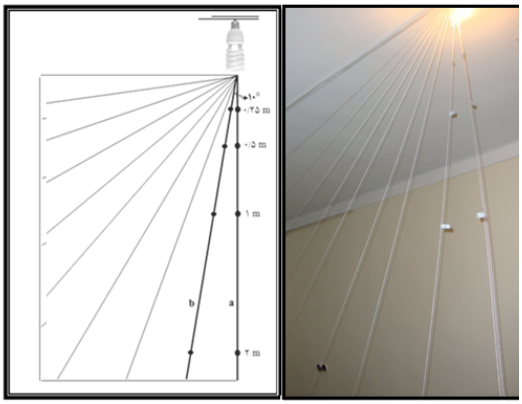
در این مطالعه که از نوع توصیفی تحلیلی می‌باشد، لامپ‌های فلورسنت فشرده متداول نقطه‌ای (کلافی) موجود در بازار شهر همدان به تفکیک داخلی و خارجی بودن آنها مورد بررسی قرار گرفت. مبنای برآورد تعداد نمونه ها شامل حداقل سه نشان تولید داخل و سه نشان وارداتی و از هرکدام سه نوع لامپ و از هر نوع لامپ سه شعله بوده است. در مجموع با توجه به موجودی بازار ۵۴ حباب لامپ از تولیدات شرکت‌های داخلی شامل بالاستیران، افراتاب، پارس و سپهر منور و شرکت‌های خارجی شامل Philips، ARA، Spark light، Ziside، نهانور و نمانور مورد بررسی قرار گرفت. محدوده توان لامپها ۴۰- ۱۱ وات بود. در این پژوهش سعی گردید که لامپ‌ها به گونه‌ای انتخاب شوند که از هر شرکت انواع لامپ (آفتابی[4]، مهتابی[5]، یخی[6] و آفتابی-مهتابی۷) و از هر کدام سه حباب تهیه گردد. با توجه به محدودیت‌های بازار، این اقلام موجودی در دوره زمانی آذر و دی ۱۳۹۲ تهیه شدند.

سوابق تحقیقات نشان می‌دهد که میزان تابش فرابنفش ناحیه دور (UVC) بسیار ناچیز بوده بنابراین بررسی این تابش فرابنفش جزء اهداف این مطالعه قرار نگرفت [۲۴, ۲۵]. به منظور اندازه‌گیری پرتو فرابنفش ناحیه نزدیک و متوسط برای هر گروه از لامپ‌ها از دستگاه UV-Meter مدل HAGNER- EC1 UV-A و حسگر فتوسل UV- B متصل به دستگاه فتومتر چند قابلیتی Hagner استفاده گردید. لازم به ذکر است که این دستگاه‌ها قبل از استفاده توسط نمایندگی مربوطه در ایران کالیبره شده‌اند.

برای انجام آزمایش‌ها ابتدا یک اتاق به ابعاد ۳/۱۰ × ۳/۵ × ۵/۷۰ متر در نظر گرفته شد. به منظور آماده‌سازی آزمایشگاه سطوح اتاق مورد نظر شامل سقف و دیوارها برای دست‌یابی به ضریب بازتابش توصیه شده شرایط واقعی استفاده (حدود ۷۰٪ برای سقف، ۵۰٪ برای دیوار و ۳۰٪ برای کف) [۱۱] به ترتیب با رنگ سفید و کرم، رنگ آمیزی گردید و کف هم دارای کفپوش PVC بود که ضریب بازتابش مناسبی داشت و برای جلوگیری از مزاحمت نور خورشید، پنجره با یک صفحه مسدود و با رنگ همرنگ دیوار رنگ آمیزی شد. اتاق آزمایش دارای زمینه تابشی برای پرتو فرابنفش از منابع دیگر نبوده و سایر چراغهای موجود نیز جمع آوری گردید. سپس یک سرپیچ ۲۷ میلیمتری در سقف نصب و در دوره آزمایش، ولتاژ برق نیز کنترل شد که مقدار آن

[4]. Warm White
[5]. Day Light
[6]. N White
[7]. Cool White

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]



شکل ۱- نمای اتاق آزمایش و نقاط اندازه‌گیری

۲۲۰ ولت بود (ولت متر KYORITSU مدل ۲۶۰۸). شکل ۱ نمای اتاق آزمایش و نقاط اندازه‌گیری در زیر لامپ‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

برای انجام این آزمایش‌ها، میزان تابش فرابنفش لامپ‌های فلورسنت فشرده در ۴ فاصله شامل ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ متری و در یک چهارم صفحه زیر لامپ و به زوایای ۱۰ درجه اندازه‌گیری شد؛ که فاصله ۲۵ سانتیمتری به عنوان کمترین فاصله مواجهه موضعی و فاصله ۲ متری به عنوان فاصله‌ای که افراد در محیط‌های اداری و حتی مصارف خانگی تحت تابش این منابع قرار می‌گیرند در نظر گرفته شد [۱۵, ۲۳]. برای ثابت نگه داشتن فواصل و زوایای مورد نظر از نخ‌هایی که فواصل مورد نظر با گره روی آنها مشخص شده بود، استفاده گردید تا اطمینان حاصل شود که همه اندازه‌گیری‌ها در نقاط یکسانی از منبع نور انجام می‌شود. یک انتهای نخ های مذکور به یک قلاب نزدیک لامپ در سقف متصل و انتهای دیگر آن روی کف و دیوار مقابل ثابت گردید. یک نخ متحرک مجهز با گونیای چوبی نگهدارنده حسگر برای انجام اندازه‌گیری‌ها به کار گرفته شد تا فاصله و زاویه قرارگیری آن کمترین خطا را داشته باشد.

در مرحله اجرا، همه لامپ‌ها جداگانه نصب گردید و مورد آزمایش قرار گرفتند. قبل از شروع اندازه‌گیری، به منظور کاهش خطای اندازه‌گیری، هر لامپ به مدت ۵ دقیقه روشن بود تا به حداکثر نوردهی خود برسد. سپس فتوسل UV- meter را در نقاط مورد نظر، رو به لامپ (موازی نخ) نگه داشته و میزان تابش فرابنفش خوانده شد. این رویکرد به طور مستقل برای اندازه‌گیری هر دو نوع تابش فرابنفش (UVB و UVA) صورت پذیرفت. پس از جمع‌آوری و کدبندی، داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و آزمون‌های آماری ANOVA، T-Test و Regression مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری تابش UVB و UVA در فواصل مختلف در جداول ۲ و ۳ آمده است. این نتایج نشان

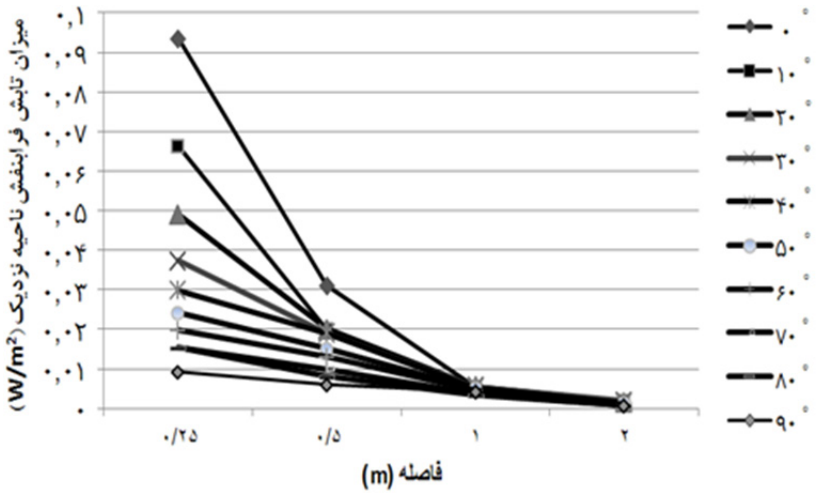
جدول ۲- شدت UVA در فواصل مختلف از لامپ بر حسب W/m^2

فاصله (m)	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
۰/۲۵	۵۴	۰/۰۰۸۱	۰/۰۸۵۷	۰/۰۳۵۶	۰/۰۲۰۵
۰/۵	۵۴	۰/۰۰۳۹	۰/۰۵۲۰	۰/۰۱۶۴	۰/۰۱۰۸
۱	۵۴	۰/۰۰۱۳	۰/۰۱۹۶	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۳۵
۲	۵۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰۹

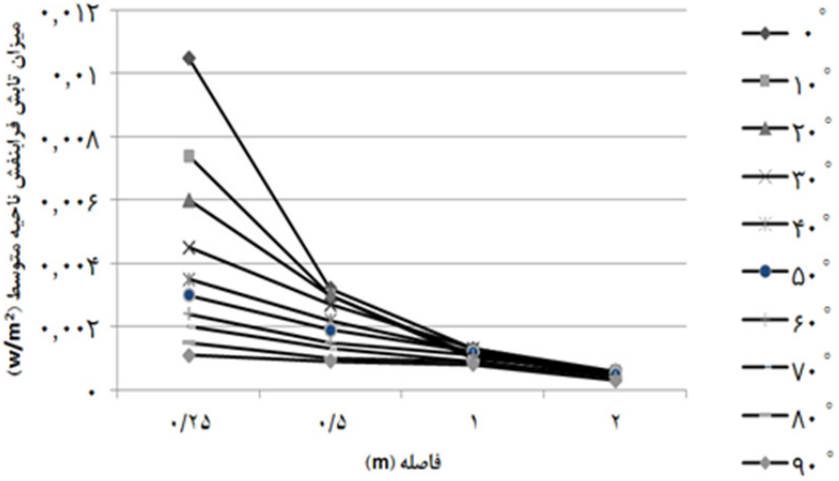
جدول ۳- شدت UVB در فواصل مختلف از لامپ بر حسب W/m^2

فاصله (m)	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
۰/۲۵	۵۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۲۶۸	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۵۱
۰/۵	۵۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۲۰
۱	۵۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۹
۲	۵۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۳

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]



نمودار ۱- شدت UVA در زوایا مختلف بر حسب W/m^2



نمودار ۲- شدت UVB در زوایا مختلف بر حسب W/m^2

می‌دهد که مقادیر UVA در همه فواصل کمتر از حدود مجاز می‌باشد. اما مقادیر UVB در همه فواصل بجز فاصله ۲ متری بیشتر از حدود مجاز بوده است.

نمودار ۱ و ۲ نتایج اندازه‌گیری UVA و UVB در زوایای مختلف را نشان می‌دهد. این نتایج نشان می‌دهد که میزان UVA و UVB در خط ندیر (دقیقاً زیر لامپ) بیشترین مقدار را دارد و به ترتیب در بقیه زوایا کاهش می‌یابد بطوری که زاویه ۹۰ درجه (موازی سقف) حداقل مقدار را داشته است.

در مقایسه میانگین مقادیر تابش‌های UVA و UVB بین شرکت‌های مختلف در توان الکتریکی تراز شده (میانگین UV به ازای هر ۱۰ وات) اختلاف معناداری وجود داشت ($p< ۰/۰۱$). همچنین نتایج آزمون آماری نشان داد شدت UVA و UVB در لامپ‌هایی با توان‌های مختلف دارای اختلاف معناداری بوده‌اند ($p< ۰/۰۱$). به طوریکه توان لامپ بر شدت UVA

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]

جدول ۴- شدت UVA و UVB به ازای هر ۱۰ وات توان بر حسب W/m^2

فاصله(m)	UVA	UVB
	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین
۰/۲۵	۰/۰۱۵۲ ±۰/۰۰۸	۰/۰۰۱۶ ±۰/۰۰۱۵
۰/۵	۰/۰۰۵ ±۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۰۹ ±۰/۰۰۰۷
۱	۰/۰۰۲ ±۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۵ ±۰/۰۰۰۴
۲	۰/۰۰۰۵ ±۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲ ±۰/۰۰۰۲

جدول ۵- شدت UVA بر حسب W/m^2 در لامپهای ساخت شرکتهای داخل و خارج

فاصله(m)	تولید داخل	تولید خارج	p
	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	
۰/۲۵	۰/۰۳۸۸ ±۰/۰۲۰۴	۰/۰۳۱۷ ±۰/۰۲۰۲	۰/۰۵۱
۰/۵	۰/۰۱۲ ±۰/۰۰۵۶	۰/۰۱۰۷ ±۰/۰۰۷۶	۰/۰۸۷
۱	۰/۰۰۵۴ ±۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۴ ±۰/۰۰۲۸	۰/۳۶۵
۲	۰/۰۰۱۴ ±۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱۱ ±۰/۰۰۰۹	۰/۱۹۳
تعداد	۳۰	۲۴	-

جدول ۶- شدت UVB بر حسب W/m^2 در لامپهای ساخت شرکتهای داخل و خارج

فاصله(m)	تولید داخل	تولید خارج	p
	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	
۰/۲۵	۰/۰۰۲۸ ±۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۵۹ ±۰/۰۰۷	۰/۲۰۶
۰/۵	۰/۰۰۱۶ ±۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲۷ ±۰/۰۰۲۷	۰/۴۷۰
۱	۰/۰۰۱۱ ±۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۲ ±۰/۰۰۱۳	۰/۱۳۲
۲	۰/۰۰۰۶ ±۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵ ±۰/۰۰۰۳	۰/۳۲۹
تعداد	۳۰	۲۴	-

ساطع شده تاثیر داشته (r= ۰/۳۶، p= ۰/۰۰۸) که با افزایش توان میزان UVA افزایش یافته است. همچنین توان لامپ بر شدت UVB ساطع شده نیز موثر بوده است (r=۰/۳۷ , p=۰/۰۰۵).

جدول ۴ نتایج اندازه‌گیری UVA و UVB به ازای هر ۱۰ وات توان در فواصل مختلف از لامپ را نشان می‌دهد. این جدول نیز نشان می‌دهد که در لامپ‌هایی با توان ثابت (تراز شده) با افزایش فاصله از منبع میانگین UVA و UVB کاهش یافته است.

نتایج اندازه‌گیری UVA و UVB در لامپ‌های ساخت کشورهای مختلف (شرکتهای داخلی و خارجی) در جداول ۵ و ۶ آمده است. نتایج آزمون آماری نشان می‌دهد شدت UVA بر حسب شرکت سازنده داخلی و خارجی دارای اختلاف معناداری نیستند (p> ۰/۰۵). هم‌چنین شدت موثر UVB بر حسب شرکت سازنده داخلی و خارجی دارای اختلاف معناداری نیستند (p> ۰/۰۵).

نتایج اندازه‌گیری UVA و UVB در لامپ‌هایی با رنگ نور مختلف به ترتیب در جدول ۷ و ۸ آمده است. نتایج آزمون آماری نشان می‌دهد شدت UVA در لامپ‌ها بر مبنای رنگ نور متفاوت، دارای اختلاف معناداری می‌باشند (p= ۰/۰۰۰)؛ اما شدت UVB بر مبنای رنگ نور متفاوت، اختلاف معناداری ندارند (p> ۰/۰۵).

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]

جدول ۷- شدت UVA بر حسب W/m2 لامپهای با طیف رنگ نور مختلف

فاصله(m)	آفتابی	مهتابی	آفتابی-مهتابی	یخی	p
	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	
۰/۲۵	۰/۰۵۲۳ ±۰/۰۱۷۷	۰/۰۲۱۵ ±۰/۰۰۸۵	۰/۰۶۱۳ ±۰/۰۰۹۶	۰/۰۲۱۱ ±۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۰
۰/۵	۰/۰۱۷۳ ±۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۶۹ ±۰/۰۰۲۷	۰/۰۱۵۷ ±۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۶۷ ±۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰
۱	۰/۰۰۷۳ ±۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۲۶ ±۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۸ ±۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۲۶ ±۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰
۲	۰/۰۰۱۹ ±۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۸ ±۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۲۲ ±۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۶ ±۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰
تعداد	۲۱	۲۷	۳	۳	-

جدول ۸- شدت UVB بر حسب W/m2 لامپهای با طیف رنگ نور مختلف

فاصله(m)	آفتابی	مهتابی	آفتابی-مهتابی	یخی	p
	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	
۰/۲۵	۰/۰۰۴۳ ±۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۴۷ ±۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۲۴ ±۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۰۸ ±۰/۰۰۱	۰/۶۰۹
۰/۵	۰/۰۰۲۲ ±۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۲۲ ±۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۱۶ ±۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷ ±۰/۰۰۰۱	۰/۶۵۵
۱	۰/۰۰۱ ±۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۲ ±۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۱ ±۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۶ ±۰/۰۰۰۰	۰/۷۸۶
۲	۰/۰۰۰۵ ±۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۵ ±۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۶ ±۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۵ ±۰/۰۰۰۰	۰/۹۰۲
تعداد	۲۱	۲۷	۳	۳	-

بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر میزان تابش فرابنفش انواع لامپ‌های فلورسنت فشرده در توان‌های الکتریکی و شرایط استفاده متداول در فواصل و زوایای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بطور کلی نتایج نشان داد مقادیر UVA و UVB با افزایش فاصله کاهش می‌یابند. مقادیر UVA در همه فواصل کمتر از حدود مجاز می‌باشد. اما مقادیر UVB در همه فواصل بجز فاصله ۲ متری بیشتر از حدود مجاز بوده است. همچنین میزان UVA و UVB در خط ندیر(دقیقا زیر لامپ یا زاویه صفر) بیشترین مقدار را داشته و به ترتیب در بقیه زوایا کاهش یافته است به طوری که زاویه ۹۰ درجه(موازی سقف) حداقل مقدار را داشته است. مقایسه این مقادیر با حدود مجاز نشان می‌دهد که میزان UVA در همه زوایا در زیر لامپ کمتر از حدود مجاز بوده اما میزان UVB در اکثر زوایا بجز زاویه ۸۰ (دقیقا برابر حد مجاز) و ۹۰ درجه، بیشتر از حد مجاز بوده است. این نتیجه با مطالعه صفری و مطالعه‌ای اداره حفاظت از سلامت انگلیس(HPA [8]) همخوانی دارد [۲۴, ۲۶].

HPA در سال ۲۰۰۸ اعلام کرد لامپ‌های کم مصرف می‌توانند پرتو فرابنفش در سطوح مختلف منتشر کنند که در استفاده خاصی از آنها، مقادیر مواجهه می‌تواند بالاتر از سطح دستورالعمل باشد. نتایج این تحقیق با مطالعه Sayer و همکاران در سال ۲۰۰۴ همخوانی ندارد. Sayer بیان کرد خطر مواجهه با پرتو فرابنفش ناحیه نزدیک (UVA) و ناحیه متوسط (UVB) لامپهای نور روز (آفتابی) و سفید سرد (مهتابی) برای افراد در معرض بسیار پایین است [۴].

مطالعه Eadie و همکاران در سال ۲۰۰۸ با هدف تحقیقات اولیه درباره اثر مواجهه افراد حساس به نور حاصل از لامپ‌های فلورسنت فشرده به این نتیجه رسید که از این لامپ‌ها، پرتو فرابنفش در طول موج ۲۵۴ نانومتر منتشر می‌شود و مواجهه طولانی مدت با آن در پوست افراد عادی باعث اریتم می‌گردد. با این حال، مواجهه تنها ۲ الی ۵ دقیقه در ۵ سانتیمتری آن، اریتم مشخصی در یکی از بیماران غیرطبیعی حساس به نور ایجاد کرد. بنابر این لامپ‌های فلورسنت فشرده می‌تواند یک منبع پرتو فرا بنفش مضر برای افراد حساس به نور باشد. بیماران دارای درماتیت مزمن اکتینیک در معرض

[8]. Health Prevention Agency

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]

بیشترین خطر هستند، بنا بر این استفاده از یک پوشش محافظ برای این لامپها توصیه می‌شود [۷].

در مطالعه khazova و O'Hagan که در سال ۲۰۰۸ با هدف ارزیابی تابش لامپ‌های فلورسنت در انگلستان صورت گرفت به این نتیجه رسیدند که تابش اشعه فرابنفش از درصد قابل توجهی از لامپهای فلورسنت فشرده مطالعه شده با پوشش منفرد، زمانی که در میز کار و یا درکاربردهای نورپردازی استفاده می‌شود، ممکن است منجر به مواجهه پوستی قابل توجهی شود. خروجی نوری همه لامپ فلورسنت فشرده بررسی شده، علاوه بر نوسان در فرکانس بالا، در یک دامنه محدود ۱۰۰ هرتزی، نوسانی بیش از ۱۵٪ داشتند. این درجه از نوسان ممکن است با تعدادی از عوارض جانبی در ارتباط باشد [۱۵].

Rachel در مطالعه خود نشان داد که لامپ‌های مختلف از جمله لامپ‌های فلورسنت فشرده سطوح مختلفی از پرتو فرابنفش منتشر می‌کنند. حتی اگر دوز، بسیار پایین باشد مواجهه طولانی مدت ممکن است باعث آسیبهای تجمعی قابل توجهی شود. توصیه می‌شود کاربران، بخصوص بیماران از لامپ‌های دارای پوشش یا فیلتر شیشه‌ای ،که پایین‌ترین سطح انتشار فرابنفش را دارند، استفاده کنند [۱۹].

نتایج آزمون آماری رگرسیون نشان داد توان الکتریکی لامپ بر میزان UVA و UVB تاثیر دارد؛ به این مفهوم که با افزایش توان، میزان این تابش‌ها افزایش می‌یابد. این نتیجه نیز با مطالعه صفری و همکاران مطابقت دارد [۲۴].

در مقایسه میانگین مقادیر تابش‌های UVA و UVB بین لامپ‌ها با نشان‌های مختلف در توان الکتریکی تراز شده (میانگین UV به ازای هر ۱۰ وات) اختلاف معناداری وجود داشت ($p< ۰/۰۱$)؛ این به آن مفهوم است که تولید کنندگان لامپ‌های مورد بررسی از لحاظ سطح فناوری و کیفیت تولید اختلاف آماری داشته‌اند.

مقایسه میزان تابش فرابنفش در لامپ‌های ساخت کشورهای مختلف نشان داد که بطور کلی میانگین UVA در نشان‌های تولید داخل بیشتر از نشان‌های وارداتی بوده (با اختلاف کم) اما میانگین UVB در نشان‌های وارداتی بیشتر از نشان‌های تولید کنندگان داخلی می‌باشد (با اختلاف نسبتاً زیاد).

نتایج اندازه‌گیری UVA و UVB در لامپ‌هایی با طیف نور مختلف نشان داد که به طور کلی میانگین UVA در لامپ‌های با پوشش مختلف به ترتیب زیر کاهش می یابد: آفتابی- مهتابی، آفتابی، مهتابی و یخی؛ بطوری که لامپ‌های آفتابی- مهتابی بیشترین مقدار UVA را داشتند. همچنین میانگین UVB در لامپ‌های با پوشش مختلف به ترتیب زیر کاهش می یابد: مهتابی، آفتابی، افتابی- مهتابی و یخی؛ به طوری که لامپ‌های مهتابی بیشترین مقدار UVB را داشتند. لازم به ذکر است در آزمون لامپ‌ها با طیف رنگ مختلف تعداد آنها برابر نبوده به طوری که از لامپهای آفتابی- مهتابی و یخی سه حباب مورد آزمایش قرار گرفت (به دلیل کمبود آنها در بازار)؛ بنابراین برای بیان قطعی در مورد میزان تابش فرابنفش آنها لازم است تعداد بیشتری از این نوع لامپها را مورد آزمایش قرار داد. در خصوص مقایسه لامپ‌های آفتابی و مهتابی که حجم نمونه تقریبا برابر داشته اند، میزان UVA در لامپ‌های آفتابی بیشتر از مهتابی و میزان UVB با اختلاف ناچیز در لامپ‌های مهتابی بیشتر از آفتابی بوده است.

Nuzum-Keim و Sontheimer در مطالعه خود بر روی انواع لامپ‌ها در سال ۲۰۰۹ نشان دادند که بالاترین میزان نشت فرابنفش ناحیه نزدیک (UVA) از لامپ‌های رشته‌ای و هالوژنه، و بالاترین نشت فرابنفش ناحیه متوسط (UVB) از لامپ‌های فلورسنت فشرده می‌باشد [۱۶].

نقاط قوت مطالعه حاضر شامل: تنوع نشان‌های مورد بررسی (۱۰ نشان) و آزمایش لامپ‌هایی با طیف رنگ نور مختلف، و از هر نشان و آزمایش ۳ حباب از هر رنگ طیف به منظور کاهش خطا و افزایش دقت بوده است. همچنین لامپ‌هایی با توان‌های مختلف در این طرح مورد مطالعه قرار گرفت و میزان تابش فرابنفش در زوایا و فواصل مختلف به منظور مشاهده نحوه توزیع

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]

این تابش زیر حباب لامپ و بررسی میزان آن در فاصله مواجهه موضعی و عمومی در شرایط متداول مورد آزمایش قرار گرفت که در کمتر مطالعه‌ای همه این موارد در نظر گرفته شده است.

محدودیتهای این پژوهش مربوط به تهیه همه نشان‌های مورد استفاده در سطح کشور و عدم امکان تهیه لامپ‌هایی با توان یکسان در همه طیف رنگ‌ها بود. لذا ضرورت دارد برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر، این مطالعه در سطح وسیع‌تری انجام گردد. از دیگر محدودیت‌های طرح تعدد بسیار زیاد انجام اندازه‌گیری‌ها برای هر لامپ مورد آزمون بود که مستلزم دقت و صرف وقت فراوان بوده است.

به طور کلی می‌توان گفت لامپ‌های فلورسنت فشرده مورد مطالعه در فواصل و زوایای مختلف دارای مقادیر مختلف از تابش فرابنفش طیف A و B بوده که شدت هر دو نوع تابش مذکور با افزایش فاصله و زاویه از خط ندیر کاهش می‌یابد. میزان UVA در همه فواصل کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی و اجتماعی بوده اما میزان UVB در فواصل یک متر و کمتر بیش از حد مجاز شغلی و در فواصل کمتر از دو متر از حد مجاز مواجهه اجتماعی بالاتر بوده است. در هر حال با توجه به اینکه ملاحظات پیشگیری از صدمات به چشم از اهمیت بالاتری برخوردار است توصیه می‌شود افرادی که در فاصله کمتر از ۲ متر از منبع قرار دارند باید در مورد حفاظت چشم مراقبت بیشتر نمایند و فاصله‌های ایمن در به‌کارگیری این منابع توسط کاربران رعایت گردد. از آنجایی که UVB اثرات بیولوژیک بالاتری نسبت به طیف UVA دارد به منظور حفاظت افراد شاغل در برابر این تابش لازم است حتی‌الامکان از کاربرد این لامپ‌ها به عنوان منبع روشنایی موضعی بدون حفاظ در فواصل کمتر از یک متر و برای مواجهه‌های اجتماعی در فاصله کمتر از ۲ متر از بدن خودداری شود. لزوم آموزش عمومی و شاغلان در خصوص اثرات احتمالی خصوصاً محافظت چشم و ارتقاء استانداردهای تولید و واردات این منابع و لزوم بکارگیری حفاظ در برابر تابش فرابنفش این منابع ضروری به نظر می‌رسد. در نهایت باید گفت که در کنترل مصرف انرژی علاوه بر استفاده بهینه از آن لازم است که جنبه‌های بهداشتی استفاده از لامپ‌های کم مصرف نیز مورد توجه قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این مقاله بر اساس نتایج اجرای پایان‌نامه تحقیقاتی ثبت شده به شماره ۹۲۰۲۱۴۹۳ در دانشگاه علوم پزشکی همدان نگارش شده است که بدین وسیله از آن دانشگاه قدردانی می گردد. همچنین لازم می دانیم از مدیریت و کارکنان دانشکده بهداشت نیز قدر دانی نماییم.

منابع

1. Chignell CF, Sik RH, Bilski PJ. The photosensitizing potential of compact fluorescent vs incandescent light bulbs. Photochem Photobiol. 2008;84:1291-3.

2. James A, Hunt. Automated Lamp Manufacture. Assembly Automation. 2007;27(3):190-7.

3. Douglas J. Solving Problems of Power Quality. EPRI Journal. 1993:6-15.

4. Sayre RM, Dowdy JC, Poh-Fitzpatrick M. Dermatological risk of indoor ultraviolet exposure from contemporary lighting sources. Photochem Photobiol. 2004;80(1):74-51.

5. Moseley H. Medical Physics Handbooks 18: Non-ionising Radiation. Bristol: Adam Hilger; 1988.

6. Pao C, Norris PG, Corbett M, et al. Polymorphic light eruption: prevalence in Australia and England. Br J Dermatol. 1994;130:62-4.

7. Eadie E, Ferguson J, Moseley H. A preliminary investigation into the effect of exposure of photosensitive individuals to light from compact fluorescent lamps. BJD. 2009;160(3):659–64.

8. Davis W. Measuring colour quality of light sources. Sixth International Conference on Solid State Lighting; 2006 August14 - August 17; San Diego. 2006.

9. Coca E, Popa V, Buta G. Compact fluorescent lamps electromagnetic compatibility measurements and performance evaluation EUROCON 2011 - International Conference on Computer as a Tool - Joint with Conftele 2011; 2011 27 April - 29 April Lisbon. 2011.

10. Department of Industrial Electronics (Arezi B.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]

The overall study on Compact Fluorescent Lamps and their behavioral characteristics and applications: Iran Energy Efficiency organization, Niroo Research Institute 2009. Report No.: JIESB01/T1/02[persian].

11. Golmohammadi R. Lighting Engineering. 3th ed. Hamadan: Publications Daneshjoo; 2010 [Persian].

12. Istok R. Relation Between Disturbance Radiation of CFL and Resonant Frequency of Power Supply Cable. Advances in Electrical and Computer Engineering. 2007;7(1):23- 5.

13. Ndungu C, Nderu J, Ngoo L. Effects of Compact Fluorescence Light (Cfl) Bulbs on Power Quality. Journal of Energy Technologies and Policy. 2012;2(3):2224-3232.

14. Ribarich T. How compact fluorescent lamps work-and how to dim them Electronic Engineering Times 2009(1564):39.

15. Khazova M, O'Hagan JB. Optical radiation emissions from compact fluorescent lamps. Radiation Protection Dosimetry. 2008;131(4):521-5.

16. Nuzum-Keim AD, Sontheimer RD. Ultraviolet light output of compact fluorescent lamps: comparison to conventional incandescent and haloresidential lighting sources. Lupus. 2009; 18(6):556-60.

17. Diffey BL. Sources and measurement of ultraviolet radiation. Methods 2002;28:4-13.

18. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. Radiation protection series No. 12, . Occupational exposure to ultraviolet radiation, editor. Barton: Commonwealth of Australia; 2006.

19. Klein RS, Sayre RM, Dowdy JC, Werth VP. The risk of ultraviolet radiation exposure from indoor lamps in lupus erythematosus. Autoimmun Rev. 2009 Feb;8(4):320-4.

20. ICNIRP statement-protection of workers against ultraviolet radiation. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Health Physics Society; 2010.

21. ACGIH. TLVs and BEIs Threshold Limit Values for Chemical Substances and hysical Agents & Biological Exposure Indices. 2011.

22. Center for Environment and Work Health, Environmental Research Institute of Tehran University of Medical Sciences and Health Services. Occupational Exposure Limits (OEL). 3th ed. Tehran; 2011; pp 157. [Persian]

23. Asadi H, Tavakoli MB. The amount of ultraviolet radiation from fluorescent lamps produced domestically. Research in Medical Sciences. 2002;7(1):70- 2 [Persian].

24. Safari S, Kazemi M, Dehghan H, A YH, Mahaki B. Evaluation of ultraviolet radiation emitted from Compact Fluorescent lamps. J Health Syst Res. 2013;9(11):1214-20 [Persian].

25. Javorniczky J, Gies P, Lock L. The Introduction of Compact Fluorescent Lights (CFLs) and the impact of UVR emissions on photosensitive people. Proceedings of the Workshop UV Radiation and its Effects: an update, ueenstown, NZ, 7–9 April 2010: 29–30.

26. Jean A, Philips J. Lighting and EMFs. Powerwatch. [cited 12 February 2014] Available at: http://www.powerwatch.org.uk/library/downloads/lighting-emfs-2011-12.pdf

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]

Study of ultraviolet radiation emissions from commercial compact fluorescent lamps

M. Azizi[1], R. Golmohammadi[2], M. Aliabadi[3], Z. Baroony zadeh[4]

Received: 2014/03/17 Revised: 2014/11/11 Accepted: 2015/03/07

Abstract

Background and aims: Compact fluorescent lamps (CFLs) are low-pressure mercury vapor lamps, which are useed more than other light sources. Some studies reported the leakage of UV radiation from CFLs. The aim of this study was measuring of ultraviolet radiation from universal CFLs in Iran.

Methods: In this study, UV radiation of 54 bulb CFLs from domestic and foreign companies with different brands and cover (Warm Light – Cool Light) were studied. UVA and UVB with Hagner-EC1 for UV-A and HAGNER photometer with UVB-Meter sensor probe were measured.

Results: The results showed that the amount of UV radiation increases with decrease of distance and angle from nadir. Statistical test showed the electrical power had effect on UVA intensity radiation of UVA ($r=0.36$, $p=0.008$) and UVB ($r=0.37$, $p=0.005$). In addition, UVA lamps based on different light color (cover) had significant difference ($p=0.000$), though UVB based on cover differently had not significant difference ($p>0.05$). Mean matched values (emission 10 watts) UVA and UVB radiation between companies had significant difference ($p<0.01$).

Conclusion: Exposure to UVA of studied CFLs at distances less than two meters are safe for working and social users, but exposure to UVB for less than 2 m for social users and 1 m for worker should be limited. Therefore it is necessary to keep distances or use safe bulb lamps or wear safety glasses for near exposures.

Keywords: Lamp, Compact fluorescent lamp, Ultraviolet, Radiation.

1. MSc Student, Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
2. **(Corresponding author)** Associate Professor, Department of Occupational Hygiene, School of Public Health and Research Center for Health sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. golmohamadi@umsha.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
4. MSc Student, Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-02-17]